

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-217637

(43)Date of publication of application : 10.08.1999

(51)Int.Cl.

C22C 1/04  
B22F 3/26  
B22F 7/04  
B23K 20/00  
C22C 9/08  
C22C 33/02  
C22C 38/00  
C22C 38/60  
F16C 33/10  
F16C 33/12  
F16C 33/14

(21)Application number : 10-032198

(71)Applicant : KOMATSU LTD

(22)Date of filing : 28.01.1998

(72)Inventor : TAKAYAMA TAKEMORI  
TANAKA YOSHIKIYO

## (54) SLIDING MATERIAL, SLIDING MEMBER AND ITS PRODUCTION

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To produce a sliding member preventing noise generation by dispersing/precipitating one kind or more of a Pb intermetallic compound in a copper and/or a ferreous sliding material to improve wear resistance under a high bearing pressure.

SOLUTION: One kind or more of a Pb intermetallic compound made of a metal element to likely form a Pb intermetallic compound is dispersed/ precipitated in a copper and/or a ferreous sliding material. Pb content in the Pb inter-metallic compound is in a range of 1-30 wt.%, a metal element to likely form an intermetallic compound with Pb is, from a view point of cost, Ti, Mg, Ca, Ba, Zr, Li, Hf, La, Te, Se, Sm, etc., in particular, Ti, Mg, Zr are preferably used and are contained in a range of about 0.5-10%. Further, in order to secure joining strength to a backing and to facilitate sinterability, a bronze sintering slide material containing 2-10 wt.% Sn is very useful.

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 24.03.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-217637

(43) 公開日 平成11年(1999) 8月10日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	F I	
C 2 2 C	1/04	C 2 2 C	1/04 A
B 2 2 F	3/26	B 2 2 F	3/26 A
	7/04		7/04 H
B 2 3 K	20/00	B 2 3 K	20/00 F
C 2 2 C	9/08	C 2 2 C	9/08
審査請求 未請求 請求項の数21 F D (全 14 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願平10-32198

(22) 出願日 平成10年(1998) 1月28日

(71) 出願人 000001236

株式会社小松製作所  
東京都港区赤坂二丁目3番6号

(72) 発明者 高山 武盛

大阪府枚方市上野3-1-1 株式会社小  
松製作所生産技術研究所内

(72) 発明者 田中 義清

大阪府枚方市上野3-1-1 株式会社小  
松製作所生産技術研究所内

(74) 代理人 弁理士 井上 勉

(54) 【発明の名称】 摺動材料、摺動部材およびその摺動部材の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 P b系金属間化合物を分散・析出させた銅系および／または鉄系摺動材料の摺動特性を画期的に改善すると共に、これら摺動材料を鉄系裏金部材に焼結接合して一体化させ、且つ含油性や潤滑性を改善した複層摺動材料およびその安価な製造方法を提供する。

【解決手段】 銅系および／または鉄系摺動材料において、1種以上のP b系金属間化合物を分散・析出させてなる構成とする。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 銅系および／または鉄系摺動材料であって、1種以上のPb系金属間化合物を分散・析出させてなることを特徴とする摺動材料。

【請求項2】 前記Pb系金属間化合物を形成させる相手金属元素が、周期律表の1A～4A、6B族およびランタニド、アクチニド族のうちの1種以上の金属元素であることを特徴とする請求項1に記載の摺動材料。

【請求項3】 少なくともPbが1～30重量%の範囲で含有され、かつ少なくともPbとの金属間化合物を形成しやすいTi、Mg、Ca、Ba、Zr、La、Li、Se、Teの1種以上が0.5～10重量%含有されていることを特徴とする請求項2に記載の摺動材料。

【請求項4】 銅系摺動材料であって、Pb系金属間化合物を形成する成分を除く他の成分として、鉛青銅、燐青銅、Al青銅などの青銅系および／または各種黄銅系などで使用されるSn、Pb、Zn、Al、Si、P、Fe、Be、Ag、Mn、Cr等の元素が含有されていることを特徴とする請求項1～3のうちのいずれかに記載の摺動材料。

【請求項5】 鉄系摺動材料であって、鉄を主体として、少なくともCuが15～60重量%、Snが1～10重量%含有されていることを特徴とする請求項1～3のうちのいずれかに記載の摺動材料。

【請求項6】 鉄系焼結材料にPb系金属間化合物および／またはPb系金属間化合物を形成させる銅系合金もしくは銅系溶浸材料を溶浸させたことを特徴とする請求項1～3のうちのいずれかに記載の摺動材料。

【請求項7】 請求項4または5に記載の摺動材料により形成される銅系摺動部材、銅系焼結摺動部材もしくは鉄系焼結摺動部材であって、面積率で10～70面積%の範囲において設けられた穴部に、少なくともAl、Si、Crのうちの一種以上を素金属および／または合金粉末で配合して、焼結時に寸法膨張する青銅系焼結材混合粉末を充填した後に焼結して、穴部に気孔率を20～70体積%に調整した多孔質焼結体を焼結接合させてなることを特徴とする摺動部材。

【請求項8】 請求項4または5に記載の摺動材料において、Snが1～10重量%の範囲において含有されるとともに、鉄系裏金部材と一体化されてなることを特徴とする複層焼結摺動部材。

【請求項9】 前記摺動材料と鉄系裏金部材との間に焼結インサート層を介在させて一体化させたことを特徴とする請求項8に記載の複層焼結摺動部材。

【請求項10】 請求項4または5に記載の摺動材料により形成される銅系摺動部材、銅系焼結摺動部材もしくは鉄系焼結摺動部材であって、面積率で10～70面積%の範囲において設けられた穴部に、少なくともAl、Si、Crのうちの一種以上を素金属および／または合金粉末で配合して、焼結時に寸法膨張する青銅系焼結材

混合粉末を充填した後に焼結して、穴部に気孔率を20～70体積%に調整した多孔質焼結体を焼結接合させるとともに、焼結インサート層を介して鉄系裏金部材に一体化したことを特徴とする複層焼結摺動部材。

【請求項11】 前記穴部を油溝として使うか、もしくは穴部に含油プラスチックもしくは固体潤滑剤が充填され、摺動時における給油、自己潤滑機能を発揮させたことを特徴とする請求項7または10に記載の複層焼結摺動部材。

【請求項12】 前記焼結インサート層、焼結摺動材料を前記鉄系裏金部材に仮焼結接合した後、この仮焼結層に凹凸加工を施してその凹凸面に前記銅系および／または鉄系焼結摺動材料粉末を散布し、この後、圧延一再焼結もしくは再焼結一圧延加工を施して、複層焼結摺動層に高密度部位と低密度部位とを形成して含油性を高めたことを特徴とする請求項8～11のうちのいずれかに記載の複層焼結複合部材。

【請求項13】 1～30重量%のPbを含有し、少なくともPbとの金属間化合物を形成しやすいTi、Mgの1種以上が0.5～10重量%含有されるCu合金であり、鉛青銅、燐青銅、Al青銅等および／または各種黄銅系等で使用されるSn、Pb、Zn、Al、Si、P、Fe、Be、Ag、Mn、Cr等の合金元素の1種以上が含有されている銅系摺動部材が溶製されてるか、または素金属粉末および／または合金粉末の混合粉末を還元、中性および／または真空雰囲気中で焼結して製造することを特徴とする銅系摺動部材の製造方法。

【請求項14】 1～30重量%のPbを含有し、少なくともPbとの金属間化合物を形成しやすいTi、Mgの1種以上が0.5～10重量%含有されるCu合金相が30～60体積%の範囲に有り、かつ2～10重量%のSnを含有し、残部がFeを主体とする鉄系摺動材料を焼結して製造することを特徴とする鉄系焼結摺動部材の製造方法。

【請求項15】 面積率で10～70面積%の範囲において設けられた穴部に、少なくともAl、Si、Crのうちの一種以上を素金属および／または合金粉末で配合して、焼結時に寸法膨張する青銅系焼結材混合粉末を充填した後に焼結して、穴部に気孔率を20～70体積%に調整した多孔質焼結体を焼結接合させることによって、含油性を高めたことを特徴とする請求項13または14に記載の銅系摺動部材、銅系焼結摺動部材および／または鉄系焼結摺動部材の製造方法。

【請求項16】 請求項13、14、15のうちのいずれかに記載の銅系および／または鉄系焼結摺動部材において、これら焼結摺動部材を鉄系裏金部材に焼結接合して一体化させたことを特徴とする複層焼結摺動部材の製造方法。

【請求項17】 前記摺動材料と鉄系裏金部材との間に焼結インサート層を介在させて一体化させるため、焼結

インサート層材料粉末を鉄系裏金部材に散布・仮焼結した後に、焼結インサート層の上に更に銅系および／または焼結摺動材料粉末を散布して再焼結し、この後に圧延加工を施すかまたは焼結インサート層を仮焼結接合した後に一旦圧延加工を施してから銅系および／または鉄系摺動材料粉末を散布・焼結・再圧延加工を施す工程を含んでなることを特徴とする請求項 16 に記載の複層焼結摺動部材の製造方法。

【請求項 18】 銅系および／または鉄系摺動材料と鉄系裏金部材との間に焼結インサート層を介在させて一体化させる複層焼結摺動部材において、焼結インサート層材料粉末を鉄系裏金部材に散布・仮焼結した後に、圧延加工を施し、面積率で 10～70 面積%の範囲において穴が開けられた溶製銅系摺動材料、銅系および／または鉄系焼結摺動材料を焼結インサート層上に配して、鉄系裏金部材に焼結接合によって一体化させたことを特徴とするオイル穴付き複層焼結摺動部材の製造方法。

【請求項 19】 請求項 18 に記載の製造方法において、穴開き銅系摺動材を焼結インサート層上に配置した後の穴部に少なくとも Al, Si, Mn, Cr のうちの一種以上を素金属および／または合金粉末の状態で添加させ、焼結時に寸法膨張する銅系焼結材料粉末を充填した後に焼結して、穴部に多孔質焼結体を焼結接合させることを特徴とする複層焼結摺動部材の製造方法。

【請求項 20】 前記複層焼結摺動部材の製造工程において、仮焼結インサート層や銅系および／または鉄系焼結摺動部材に凹凸加工を施した後に銅系焼結摺動材料粉末をその凹凸加工面に散布し、この後圧延・再焼結もしくは再焼結・圧延を施す工程を含んでなることを特徴とする請求項 17～19 のうちのいずれかに記載の複層焼結摺動部材の製造方法。

【請求項 21】 前記複層焼結摺動部材における焼結インサート層材料は、Fe を主成分として、少なくとも Cu が 15～60 重量%、Sn が 2～7 重量%、Pb が 1～10 重量%が含有されている複層焼結接合摺動部材であることを特徴とする請求項 17～20 のうちのいずれかに記載の複層焼結摺動部材の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、より高面圧下での耐摩耗性の向上、異音の発生防止などを狙いとした摺動材料、摺動部材およびその摺動部材の製造方法に関し、より詳しくは Pb 系金属間化合物を分散・析出させた銅系および／または鉄系摺動材料の摺動特性を画期的に改善すると共に、これら摺動材料を鉄系裏金部材に焼結接合して一体化させ、且つ含油性や潤滑性を改善した複層摺動材料およびその安価な製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、銅系焼結軸受け材料としては例え

ば Cu-Sn-Pb 等の青銅系、鉛青銅系材料が多く用いられ、かつ鉄系裏金材料と一体化された複層焼結摺動部材がよく知られており、建設機械分野においても足回りの転輪ローラ部においてごく一般的に利用されている。

【0003】また、建設機械の作業機ブッシュのようなより高面圧、低速の条件下で使用される軸受け材として耐摩耗性を重視した浸炭や高周波焼き入れした鋼製のブッシュが使われている。また、作業機では高面圧下で潤滑条件が厳しくなり、作業時に不快な異音が発生するのを防止するために、高力黄銅製のブッシュや前述の鋼製ブッシュに、さらに潤滑皮膜処理を施したものが使用されている。特に、高力黄銅製ブッシュは馴染みに性に優れることから注目されている。さらに、作業機などの軸受け部への給脂時間間隔を延ばすために、高力黄銅製ブッシュに機械加工穴を設け、その穴部に多孔質黒鉛を埋め込んで含油させた軸受け材料（例えばオイレス工業社製、500SP 等）や固体潤滑剤を多量に添加した金属焼結体（例えば東芝タンガロイ社製、SL 合金）が利用されている場合がある。

【0004】さらにまた、高面圧下での条件で使用する複層焼結摺動材としては、固体潤滑成分としての黒鉛が 3～8 重量%の範囲で分散含有されたアルミ青銅系焼結摺動合金を、接合層を介して鋼板に一体接合してなる複層焼結摺動材およびその製造方法が、特開平 5-156388 号公報（特公昭 56-12288 号公報）に開示されている。

【0005】さらに、特開平 3-232905 号公報においては、表面に複数個の独立した突出部を備えた鋼板からなる裏金や表面に連続した突出部と各突出部によって形成された複数個の独立した凹部を備えた鋼板からなる裏金の表面の突出部を覆って一体に被着形成された潤滑性成分として少なくとも 3 重量%の黒鉛を含有分散する銅系焼結合金層とからなり、その焼結合金層には低密度高含油合金層と高密度低含油合金層が形成されている複層焼結摺動材が高荷重、耐衝撃性に優れていることが開示されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】複層焼結摺動材で摺動焼結層が鉛青銅系、青銅系のものは、軽負荷で高速で潤滑条件が良い状態では、馴染みに性に優れた摺動材料として前述の下転輪ローラやエンジンメタル等に汎用的に活用されているが、作業機ブッシュ等、摺動条件が高面圧化したり、潤滑条件が厳しくなる場合には、極めて簡単に摩耗することや硬度が十分に高くないことから容易にへたることが問題となる。

【0007】また、前述の作業機ブッシュに鋼製ブッシュを適用する場合には、へたることはないが、焼き付きや不愉快な異音が発生しやすいことが問題となる。

【0008】更に溶製される高力黄銅系摺動材料ではへ

たりはほぼ無くなり、異音の発生がかなりの点で防止されるが、それでも潤滑切れ状態が容易に起こるために、作業機のように極めて低速で、且つ高荷重下で使用される場合には異音の発生を完全に防止できないという問題があり、急速な摩耗が避けられないという問題がある。

【0009】一般的に高力黄銅系摺動材料を焼結摺動合金として製造する場合においては、含有されるZnの蒸気圧が極めて高いことによって高密度に焼結することが困難であるため、高力黄銅系複層焼結摺動材とする場合には加圧条件下での焼結が必要となって製造コストの低廉化ができない問題がある。

【0010】また、潤滑皮膜処理を施した鋼製ブッシュを使用する場合には、潤滑膜は一般に厚く形成することが困難で、かつ高価な処理となるため、潤滑膜が摩耗除去されると前述の鋼製ブッシュと同じ異音発生と焼き付きが問題となることは明らかである。

【0011】さらに、より自己潤滑性の高い前述の黒鉛埋め込み型の高力黄銅ブッシュ（例えばオイレス500SP）のように、高い自己潤滑性を得るために非常に多数の黒鉛埋め込み用の穴明け加工と黒鉛の充填等の工程を経ることはコストを顕著に引き上げる問題があり、このためにコストとのバランスから黒鉛充填用の穴面積率を通常25～30面積%に抑えて使用されることが多いため、長時間に渡っての十分な自己潤滑性が得られないという問題がある。

【0012】また、黒鉛、BN、MoS<sub>2</sub>等の既知の固体潤滑剤を多量に含有する金属焼結体では焼結性が困難となり、高密度化を図るためにホットプレス等の加圧焼結手段が必要となり、より高価なものになることや高密度化された金属焼結体においても従来の固体潤滑剤が極めて軟質であるために脆弱性が高いなどの問題がある。

【0013】さらに、前述の表面に複数個の独立したもしくは連続した突出部のある銅板を裏金として用いて製造され、少なくとも3重量%の黒鉛を含有する銅系焼結摺動合金を一体化した複層焼結摺動材は、所定の形状に成形された銅板裏金の入手コストに問題があることと、軸受け荷重を支える突出部（高密度部）の面積率を30面積%以上に高めた裏金を制作することが加工上きわめて困難であり、高価になる問題がある。

【0014】さらに、例えば円筒状のブッシュとして曲げ加工を施す際には、より硬質な銅板の突出部において曲げ応力が集中して被着した前述の銅系焼結摺動材との接合界面での剥離を起こし易いことおよび曲げ加工時の変形抵抗が銅板において不均質に分布するようになるため円筒状に均質に曲げ加工することが困難になり、円筒状ブッシュとしての加工量が増大することや最終部品での裏金との接合品質の検査費用が高価になるなどの問題がある。

【0015】本発明は、前述のような問題点を解決するためになされたもので、Pb系金属間化合物を分散・析

出させた銅系および／または鉄系摺動材料の摺動特性を画期的に改善すると共に、これら摺動材料を鉄系裏金部材に焼結接合して一体化させ、且つ含油性や潤滑性を改善した複層摺動材料およびその安価な製造方法を提供することを目的とするものである。

【0016】

【課題を解決するための手段および作用・効果】前述した目的を達成するために、本発明では次の技術的手段を採用することとした。まず本発明の第1の構成は、前述の鋼製ブッシュ材よりも軟質で馴染みに性に優れた銅系摺動材料や銅系および／または鉄系焼結摺動材料として、少なくともPb系金属間化合物を、Ti、Mgを含有させることによって分散・析出させ、耐焼き付き性に優れ、かつ耐摩耗性にも優れた高力黄銅材に代わる例えばCu-Pb-Ti、-Mgを基本系とするような摺動材料にある。

【0017】より詳しくは、従来の鉛青銅系摺動材料や鉄系焼結摺動材料でPbが単に金属成分として分散析出されていたものをPb系金属間化合物の形態で分散させることによって、特に前述の潤滑条件が過酷で高面圧下での摺動特性を画期的に改善できること見出したことにある。なお、摺動材料中にはPb系金属間化合物として分散・析出させることから、少なくともPbは1～30重量%と、（Pbを金属析出させる場合よりも）広い範囲で含有させることができる。

【0018】Pbとの金属間化合物形成能の強い相手金属元素としては図1に示した周期律表の1A、2A、3A、4A、6B族およびランタニド、アクチニド系の元素類との組み合わせが考えられるが、コスト的な観点と入手性を考慮するとTi、Mg、Ca、Ba、Zr、Li、Hf、La、Te、Se、Sm等が好ましく、とりわけTi、Mg、Zr等は特に前述の観点から好ましい。さらに、前述の金属元素以外の元素においてもPb金属間化合物を形成する場合には、同様の効果が期待される。

【0019】また、この際のこれら金属元素の添加量は、Pb金属間化合物が例えばCaPb<sub>3</sub>のようなモル構成比を取ることから、計算されるところであるが、ほぼ0.5重量%以上の添加を必要とする。

【0020】したがって、前述の強度的な改善と摺動特性の改善およびコスト的な観点からは、Ti、Mgが0.5～10重量%の範囲内で含有され、さらに裏金との接合性を確保するためと焼結性を容易にするためとからSnが2～10重量%の範囲に含有される青銅系焼結摺動材料がとりわけ重要である。適正なTi、Mgの添加量の上限値はコスト的な観点から10重量%以内で調整されることが好ましい。

【0021】また、Pb金属間化合物が従来の硬質粒子分散による摺動材料における耐焼き付き効果に寄与する添加量が0.5体積%程度と知られていることから、P

bの添加量は1重量%以上が好ましく、また上限値は強度的な観点から30重量%以下であることが好ましいが、さらに、焼結時のPbの環境問題を配慮するときには15重量%以下に抑えることが好ましい。さらに、Tiを含有する銅系材では、TiとPbとの金属間化合物以外のTi系金属間化合物を析出する反応性があり、時効硬化性のあることで知られているが、さらにAl、Ni、Si、Fe、Mn、Cr、Be等の合金元素を添加することによって強度向上や高硬化化が更に図れることが知られており、焼結性を阻害しない5重量%を超えない範囲で添加調整されることも適正と考えられる。

【0022】本発明のPb金属間化合物形成能の強い金属元素の添加は、Cu系焼結合金組織の微細化や、結果的であるが均一なPbの分散を可能にして、極めて優れた摺動性を発揮することにも寄与していることは明らかである。適正なTiの添加量としてはTi系金属間化合物が析出する0.5重量%以上が好ましく、上限値はコスト的な観点から10重量%以内で調整することが好ましい。とりわけ高面圧下で使用する前述の作業機ブッシュ等では高力黄銅ブッシュの硬度実績(Hv=150以上)から勘案して2重量%以上であることがより好ましい。

【0023】また、Pbの添加量は、摺動性の安定性の観点から考慮した場合には、従来の硬質粒子分散型摺動材料において硬質粒子の効果が0.5体積%の粒子の分散によって顕著に認められることから、Pb金属間化合物に換算した1重量%以上が好ましいが、より好ましくは5~10重量%である。

【0024】前述の銅系焼結摺動材料に関する発明要因は溶製材料においても同様に確認できることは明らかであり、溶製材料を機械加工して前述の摺動特性を改善した銅系摺動部材として使用することも本発明の範囲である。

【0025】さらに、前述の溶製された銅系摺動材料や焼結によって製造された銅系および/または鉄系焼結摺動材料に使用面圧や給脂間隔を考慮して面積率で10~70面積%の穴あけ部を設けて、穴部にグリース材料や含油プラスチックを埋め込んで使用することや、さらに、穴部には特開平8-291306号公報で開示したように、焼結時において膨張する銅系焼結材料粉末を充填して銅系摺動材料に含油性の優れた多孔質焼結体を焼結接合して使用する銅系および/または鉄系摺動部材も本発明の範囲である。

【0026】さらに、本発明での第2の構成として、前述の銅系焼結摺動材料の使用量を低減してより低コスト化を図る手段として、複層焼結摺動部材として最表面摺動部に使用することとした。なお、複層焼結摺動材を形成させるのに、鉄系裏金部材との接合性を確実に確保するために少なくともSnを2重量%以上含有させると共に、さらに、焼結温度の低温化を調整するために10重

量%を超えない範囲内で添加することが好ましいこととした。

【0027】さらに、Pの添加は低温において液相を発生させて焼結性を加速させる元素であることから1重量%を超えない範囲で調整することも好ましい。

【0028】なお、鉄系裏金部材との接合時においては、まず、鉄系裏金面上に前述の銅系焼結合金の混合粉末を散布した後に中性雰囲気もしくは還元雰囲気中で、かつ少なくともCu-Ti2元素系の共晶温度である890℃以下の温度において焼結接合し、この後に、一旦圧延成形等の加圧手段でもって前述の銅系焼結層を目的の密度あるいは厚さになるように加工したり、または同時に曲げ加工を施した後に再度前述と同じ雰囲気下で焼結することが好ましい。第1回目の焼結温度をCu-Ti2元素系の共晶温度890℃以下に抑えている理由は、この焼結によって鉄系裏金との接合界面においてTi化合物が析出して、後の曲げ加工時における接合界面での剥離を抑制するためであり、第2回目の焼結温度は曲げ加工を施した後の場合には950℃以下の温度とするのが好ましく、また曲げ加工でなく単に密度調整の加工の場合にはやはり890℃以下とするのが好ましく、この焼結後に目的の950℃以下の焼結温度で再々焼結することが好ましい。

【0029】また、圧延やプレス成形などで加工した成形体シートを鉄系裏金にセットして焼結するときにおいても、890℃以下の温度において一旦焼結した後に曲げ加工を施して再焼結することが好ましい。この理由は前述のように接合界面でのTi化合物の析出を防止するためである。

【0030】さらにまた、本発明での第3の構成は、前述のTi、Pbを含有する銅系焼結摺動材料を鉄系裏金に一体化させて複層焼結摺動材とする際において、焼結インサート層を介して接合することによってより曲げ加工時の接合界面での上述化合物の析出を防止して塑性変形能を高めて、上述のような焼結の繰り返しを減らして生産性を向上し、かつ接合品質の向上を図るとともに、コストの低減を図った点にある。

【0031】なお、焼結インサート層を介して鉄系裏金に一体化する複層摺動部材では、銅系摺動材料は溶製材および/または焼結摺動材の両者に適用できる手段であり、かつ前述のように10~70面積%の穴部を持った銅系摺動部材を低コストに製造できることは明らかである。また、穴部に前述の膨張性銅系焼結材料を焼結接合させた摺動部材も焼結インサート層を介して裏金に一体化できることは明らかであり、これによってより低コストな複層焼結接合摺動部材が提供できる。

【0032】また、本発明での第4の構成は、前述の焼結インサート層を鉄系焼結材料とすることによって焼結インサート層部の顕著な材料コストの低減を図った点にある。鉄系焼結インサート層用合金としては、一般冶金

用に使用される還元および／またはアトマイズ法で制作された鉄、鉄合金粉末を主体として、少なくとも銅が20～60重量%、Snが2～7重量%の範囲に調整されていることが好ましい。さらに、この鉄系焼結インサート合金にはPb、P等のより低融点の液相を発生させる成分が含有されていることが好ましい。

【0033】なお、この鉄系焼結インサート合金を前述の裏金に散布して、890℃以下の温度域において焼結接合した場合には顕著な緻密化が起こらず、むしろわずかな膨張を示し、焼結後の組織は鉄系粉末が繋がって多くの空孔を含んだものになっていることから、嵩密度も低い状態になっている。インサート合金に青銅系もしくは燐青銅系焼結合金を使用する場合には、通常800℃以上から急激に焼結性が高まり、本発明のようなTiと多量のPbを含有する前述の銅系焼結摺動合金の適正焼結温度においては溶損したり、銅系焼結摺動材料とインサート層材料とが顕著に合金化し、摺動層の品質が制御できなくなる問題があるため、前述の鉄系焼結インサート材料を使用することとした。

【0034】さらに、本鉄系焼結インサート層では表面粗度が荒くなっていることから、この鉄系インサート層上に前述の銅系焼結摺動材料の混合粉末を散布する際の厚さがより薄い状態から厚い状態にまで制御し易くでき、かつ0.5mm未満の厚さにおいては散布状態で直接的に圧延加工が施せるために、次工程で焼結できるメリットがあり、複層焼結摺動材の低コスト化に効果的である。また、0.5mm以上では散布後に直接圧延加工などが施せないで再焼結に圧延加工などの加圧加工を施して密度や厚さの調整することが好ましい。

【0035】さらに、前述のように製造される複層焼結摺動部材においては、銅系焼結摺動材料の変形抵抗が鉄系インサート層材料よりも極めて小さいために、表面摺動層が緻密で高強度である一方で鉄系焼結インサート層を多孔質化できて、複層焼結摺動材として多くの含油性が発揮できるメリットがある。

【0036】さらに、本発明での第5の構成として、銅板に接合した多孔質で厚さを調整した焼結インサート層に凹凸加工を施し、加工面に銅系摺動材料を散布して圧延加工を施してから再焼結することによって摺動焼結層に低密度高含油領域と高密度低含油領域が形成される低コストな複層焼結摺動材を開発した。

【0037】これは、前述の鉄系焼結インサート材の多孔質化メリットをさらに高めるための手段であり、鉄系焼結インサート層に凹凸加工を施して、凹凸表面に焼結摺動材料の（混合）粉末を散布することによって、例えば独立するもしくは連続する凹部に焼結摺動材料が多く充填され、その逆の凸部表面には薄く散布され、先の条

件と同じく続けて所定の密度もしくは厚さを調整する圧延加工を施した後に、950℃以下の温度で焼結することによって容易に複層焼結摺動材を得ることができる。なお、この製造工程において凹凸加工表面に焼結摺動材料粉末を散布した後一旦890℃以下の温度で焼結した後に密度および／または厚さを調整するために圧延加工を施して更に焼結することによって複層焼結摺動材を製造することも容易である。

【0038】前述のように本発明では、Pb金属間化合物を素地に分散させ、かつTi、Mgを含有する銅系焼結摺動を開発することによって、従来高力黄銅摺動材料や鉄系摺動材料に比べて画期的な耐焼き付き特性と高面圧領域での耐摩耗摺動に耐えるとともに、潤滑条件が厳しい環境下においても異音の発生を抑制した焼結摺動材料を開発した。さらに、本発明焼結摺動材料を使った複層焼結摺動部材を開発することによってより低コストで前述の優れた摺動部材を得ることが出来た。また、前述の焼結摺動材料と鉄系裏金との間に鉄系インサート層を設けることと、鉄系インサート層に凹凸部を設けて前述のように低密度高含油銅系焼結摺動部と高密度低含油銅系焼結摺動部を設けることなどによって、含油率を高め、更に潤滑条件の厳しい高密度低含油銅系焼結摺動部への潤滑油の供給を容易にし、耐焼き付き性に優れた安価な複層焼結摺動材を提供することが出来た。

#### 【0039】

##### 【実施例】（実施例1）

1) Pb金属間化合物を分散析出させた銅系焼結摺動材料の開発

本実施例で使用した銅系焼結摺動材料の配合成分組成と比較材として用いた材料成分を表1に示した。本発明材料は、電解銅粉末（CE15）、LDC合金アトマイズ粉末（Cu-10Sn-10Pb）、Cu-33Snアトマイズ粉末、Mgスタンプ粉末、Snアトマイズ粉末、Pbアトマイズ粉末、Alアトマイズ粉末、Cu-50重量%Pb合金アトマイズ粉末、TiH、SiO<sub>2</sub>、リン鉄（27重量%P）、カーボニルNi粉末、NiAlスタンプ粉末、Siスタンプ粉末の各粉末を用いて混合粉末を作成し、サンドペーパーで軽く研磨した板厚5mm、幅150mm、長さ1000mmのS45C鋼板に10mm厚さで散布し、露点が-35℃以下のAXガス雰囲気焼結炉にて850～930℃で焼結接合し、散布層を3.0mmに圧延した後に前述と同じ850～930℃の温度で再焼結して複層焼結摺動材を制作した。

#### 【0040】

##### 【表1】



合金組成表

No	Cu	Ti	Mg	Pb	Sn	Cu8P	Ni	NiAl	Si	Fe
1	Bal	3	—	3	8	—	—	—	—	—
2	Bal	6	—	5	2	—	—	—	—	—
3	Bal	10	—	5	2	—	—	—	—	—
4	Bal	6	—	10	2	—	—	—	—	—
5	Bal	6	—	5	2	6.25	—	—	—	—
6	Bal	6	—	5	4	—	5	—	—	—
7	Bal	6	—	5	4	—	—	3	—	—
8	Bal	6	—	5	4	—	—	—	2	—
9	Bal	6	—	10	10	—	—	—	—	—
10	Bal	0.5	3	5	5	—	—	—	—	—
11	40	—	2	3	6	—	—	—	—	Bal
12	40	—	—	3	6	—	—	—	—	Bal
比較材1	Bal	—	—	—	10	6.25	—	—	—	—
比較材2	Bal	—	—	10	10	—	—	—	—	—
比較材3	高力黄銅 (中越合金社製P31H)									
比較材4	SCR 4 2 0 H(C:0.7, Cr:0.5, Mn:0.7, Si:0.24, Fe:Bal)									

【0041】表2には、各焼結接合温度で焼結した後に前述のように3mmに圧延した後に同じ焼結接合温度で再焼結して、内径が50mmとなる長さ60mmの円筒状ブッシュが制作できるように切り出して曲げ加工を施したときの焼結層の剥離状況をブッシュ数20個で調査

焼結温度

No	850℃	870℃	885℃	910℃	930℃
1	○	○	○	△	×
2	△*	○	○	×	×
3	△*	○	○	×	—
4	○	○	○	×	—
5	○	○	△	×	—
6	△*	○	○	×	—
7	○	○	○	×	—
8	○	○	○	×	—
9	○	○	○	×	—
10	○	○	○	—	—
比較材1	○	○	発泡	—	—
比較材2	○	発泡	発泡	—	—

△\*：液相不足による部分剥離

【0043】図2には、表1のNo. 2合金を885℃と910℃で2度焼結した時の裏金との接合界面近傍の組織およびNo. 9合金の870℃での1度焼結を施したときの裏金との接合界面近傍の組織が示されている。No. 2合金の結果からは、明らかに、剥離し易い合金ではTiの金属間化合物が界面に析出しており、これが接合界面での剥離の原因であることが分かる。ブッシュのための曲げ加工前状態ではほぼ890℃以下のTiの金属間化合物が接合界面につながって析出しない条件で曲げ加工に供することが望ましい。なお、No. 9の試験材料のように、Sn、Pbの添加量を増大させると、850℃の低温接合焼結によっても液相が相当量発生して、第1回目の接合焼結時点で高密度化して、かつ、Tiの金属間化合物を分散した組織を持ちながらも接合界面においてはつながるようなTiの金属間化合物を析出しない例もある。このようにTiが液相反応に直接的に関与する前に、Sn、Pbが低温領域において先行して多量の液相を発生して焼結接合する場合においては、裏金との接合界面においてつながるようなTiの金属間

した結果が示されているが、910℃で焼結したブッシュについては焼結層の剥離が顕著に認められるようにになっている。

【0042】

【表2】

化合物の析出を防止できることがわかる。

【0044】また、No. 2合金では、890℃以下での焼結では図2に示したような、Ti粉末の合金化が十分でないことが多く、この状態での摺動特性は後述のように好ましくないため、曲げ加工後に再焼結処理を施して十分なTiの合金化を図り、Pb系金属間化合物による焼き付き性の改善やTi系金属間化合物を析出させることによる耐摩耗性の改善を図ることが必要となる。したがって、円筒状の複層焼結摺動部材として利用する場合には、曲げ加工後に、焼結してTiの金属間化合物を析出させることが必要となる。

【0045】なお、比較材1、2は焼結接合温度を850℃として前述の発明合金と同じ処理を施したが、曲げ加工後の再焼結処理を施さないで以下の摺動テストに供した。

【0046】摺動テストに供した試験片形状を図3に示したが、内径部には油溝を加工してあるものを使用した。また、試験装置の概念図と試験条件を図4に示した。試験片は焼結接合温度を870℃とし、圧延後再度



870℃で再焼結して、曲げ加工を施して910℃で再々焼結した後に図3の形状に加工して実験に供した。試験条件はリチュームグリースを内径部の油溝に充填し、摺動面に薄く塗りつけたブッシュを試験機に装着後、供試ブッシュの投影面圧が800kg/cm<sup>2</sup>になるまで100kg/cm<sup>2</sup>毎に1000回の往復摺動をさせながら面圧をステップ的に昇圧し、焼き付いて摩擦係数が急激に増大したり、異常摩耗、異音が発生し始めた時点で試験を中断して評価した。

【0047】図5には各ブッシュがクリヤーした面圧を比較して示したが、本発明品が、明らかに他の比較材料ブッシュに対して優れていることがわかる。特に浸炭ブッシュは潤滑切れをおこし200kg/cm<sup>2</sup>から異音が発生し、また比較材3の高力黄銅材においても400kg/cm<sup>2</sup>で異音が発生している。また、比較材1、2は300kg/cm<sup>2</sup>で異常摩耗を示した。

【0048】さらに、885℃以下でTiの金属間化合物が十分に形成されず、TiH粉末の形状が残ったままのブッシュではやはり、300kg/cm<sup>2</sup>で異音の発生が認められ、焼き付き現象の始まりが認められた(図5中、◇印)。

【0049】また、Mg添加のNo. 10試料(焼結温度850℃)もTi添加と同様の優れた摺動特性を示しており、Pb金属間化合物形成能の強力な合金元素共通の効果であることは明らかである。

【0050】さらに、No. 11、No. 12にはCu, Sn, Pb, Mgを含有するFe系焼結摺動材(仮インサート層合金組成(重量%)

No	KIP255	Cu	Pb	Sn	P
21	Bal	15	10	3	
22	Bal	30	3	5	
23	Bal	30	10	5	
24		Bal		10	0.5*

\*Fe27Pで調整

【0053】図7は焼結接合したインサート層表面が顕著に粗化する様子を模式的に示したものであり、上部に散布される銅系焼結摺動材料粉末がその粗大な空間にはまり込むことによって圧延時の粉末の逃げを顕著に防止し、これによって前述の銅系焼結摺動材混合粉末を焼結インサート層上に散布して直接圧延が可能となるが、本実施例では銅系焼結摺動材料粉末をTiHを除くすべて金属粉末にアトマイズ粉末を使用して直接圧延が可能な厚さを調査した結果、焼結後の厚さでほぼ1.0mm程度であることが分かった。ただし、銅系焼結摺動材料をさらに厚く成形させる場合には前述の直接圧延が困難になるので、インサート層上に銅系焼結摺動材料を散布してから再焼結を施して圧延加工、圧延曲げ加工を施すことが必要であった。

【0054】(実施例3)

3) インサート層を利用した密度分散型複層焼結摺動部

材の開発  
焼結温度、焼結温度の両方とも880℃)の複層ブッシュを用いた結果も合わせて示してある。Fe焼結摺動材料においても銅系と同様の効果が確認されるが、この場合においては焼き付きやすいFe相部が銅相部によって十分に分断されることが必要と考えられ、少なくともFe相部が60体積%以下であることが望ましいと考えられる。

【0051】(実施例2)

2) インサート層を介した複層焼結摺動材の開発

本実施例で使用したインサート層用合金組成を表3に示した。混合粉末はKIP255(川崎製鉄社製、還元鉄粉末)、Cu25重量%Pbアトマイズ粉末と前述の原料粉末を使用して作成した。No. 21~No. 24の混合粉末を前述の裏金上に約2mm厚さで散布して850~880℃で接合焼結した後に、No. 2, 5の銅系焼結摺動材料混合粉末を4mm厚さで散布して、910℃で再焼結した後圧延して、前述と同じ円筒状に曲げ加工してブッシュを作成した。曲げ加工時のインサート層や銅系焼結摺動材料の剥離は完全に無くすることができ、前述の銅系焼結摺動材料を裏金に接合焼結する場合の複層焼結摺動材ブッシュの製造方法に比べて工程が短くなりかつ鉄系焼結インサート合金を使用することによる低コストが可能であることが分かる。参考組織を図6に示した。

【0052】

【表3】

材の開発

インサート層合金に使用する鉄系焼結材料に例えば表3のNo. 21, 22, 23合金のように低速高荷重条件ではLBC系焼結摺動材料より耐摩耗性に優れるPb添加鉄系焼結摺動材料を利用することによって、より合理的な複層焼結摺動材料を開発できる。

【0055】製造方法は、前述の鉄系インサート層の製造と同じく、混合粉末を8mm厚さに散布して880℃で裏金に接合焼結した後に、前述の凹凸部を加圧成形した後に前述の銅系焼結摺動材料粉末をインサート層上に散布して、図8に示したように凹部により多くの銅系焼結摺動材料粉末が充填されるようにして、圧延加工を施して910℃で焼結して、さらに曲げ加工を施すものである。この複層焼結摺動部材は、高密度層部が極めて優れた摺動特性をもつ前述の銅系焼結摺動で構成され、低密度部が鉄系インサート焼結摺動材料および/または薄

く前述の銅系焼結摺動材料で覆われており、かつ含油率が高くできることから荷重のほとんどを支える高密度部への潤滑が効果的に行われる特徴を有し、かつ高価な前述の銅系焼結摺動材料の使用量を画期的に低減できることおよび製造工程が簡略化できることから低コスト化にきわめて効果的であることがわかる。

【0056】この複層焼結摺動材料と先の実施例1で製造した摺動特性をNo. 5銅系摺動材とNo. 21鉄系インサート材を用いて前述と同じ摺動試験によって調べた結果を図9に示したが、低密度焼結部を設けた本ブッシュの耐面圧性がさらに改善されていることが分かる。

【0057】（実施例4）

4) インサート層を介した複層焼結接合摺動材の開発  
表1に示したNo. 2の合金組成金属をArガス雰囲気中で高周波溶解した材料を板厚1.0mm、幅70mm、長さ300mmに成形した溶製銅系摺動部材を、実施例2と同じように焼結インサート層を介して裏金に焼結接合することを試みた。使用した焼結インサート材料組成は表3のNo. 22、No. 24である。

【0058】製造手順はまず、焼結インサート層用の粉末材料を裏金の上に2.0mmの厚さで散布した後、前述のAXガス焼結炉で仮焼結した。焼結インサート層材料の仮焼結温度をNo. 22では850℃、No. 24では830℃とした。仮焼結後は圧延加工によって焼結インサート層の厚さが0.7mmに調整したものと仮焼結のインサート層上に#300メッシュアンダーのCu10Pb10Snのアトマイズ粉末を0.1程度にすり切り散布して0.7mmに圧延したものを用意して、これらの上に先の溶製の銅系摺動材を配置して880℃で焼結接合した。その後先に実施例1と同じ円筒ブッシュに曲げ加工して裏金との剥離を調査したが、すべて裏金との剥離がなく、良好な接合性が確認された。なお、超音波探傷法による接合状況を調べた結果においてはCu10Sn10Pbの粉末をすり切り散布したものの方が欠陥率の少ないことが確認され、この方法がより好ましいと考えられる。

【0059】さらに、図10に示したような穴を設けた前述の溶製の銅系摺動材料板を、No. 22のインサート層上に配置して、穴部にCu-1Al-10Sn-5Pb組成の混合粉末を充填して前述と同様に880℃で焼結接合した。その後先に同じ円筒ブッシュに加工し

て、裏金との一体接合および穴部での多孔質焼結体の接合性を確認したが良好な結果が得られた。図11には前述の実施例1と同じ摺動試験方法によって評価した結果を示した。穴部を設けた溶製摺動部材に関しては油溝を付けずに試験を実施したが、穴部多孔質体に含油させたことによる潤滑効果によって優れた特性を示すことが確認された。

【0060】とりわけ、図10に示したパンチングメタル加工（穴明け加工）を施した摺動部材が溝加工無しであっても優れた性能を示すことは、穴明け部に焼結接合した多孔質焼結体による含油効果によることは明らかであり、このことは裏金との一体化をしなくとも実現されることも明らかである。

【0061】なおさらに、前述のパンチングメタルに穴部に多孔質焼結材を焼結接合した場合には、円筒ブッシュの曲げ加工時における不均一変形を防止する効果が極めて大きく、ブッシュ製造における不良率の低減や後加工費の低減に効果が大きいことも注目される。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、Pb金属間化合物形成表を示す図である。

【図2】図2は、裏金との接合界面近傍の金属組織を示す顕微鏡写真である。

【図3】図3は、摺動テストに供した試験片形状を示す断面図である。

【図4】図4は、試験装置の概念図（a）および試験条件（b）を示す図である。

【図5】図5は、各ブッシュの摺動テスト結果を示す図である。

【図6】図6は、No. 22鉄系焼結インサート層を介した複層焼結摺動部材の金属組織を示す顕微鏡写真である。

【図7】図7は、焼結接合したインサート層表面の粗化する様子を模式的に示す図である。

【図8】図8は、インサート層を利用した複層焼結摺動部材の製造工程説明図である。

【図9】図9は、鉄系インサート材を用いた複層焼結摺動部材の摺動テスト結果を示す図である。

【図10】図10は、穴あけ加工を施した摺動部材例を示す図である。

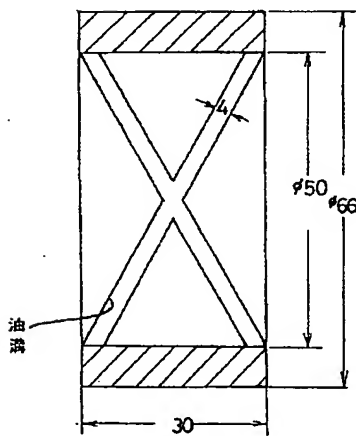
【図 1】

Pb 金属間化合物形成表

1A	2A	3A	4A	5A	6A	7A	8	9	10	11B	12B	13B	14B	15B	16B	17B	18
H																	He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra	Ac															
CaPb <sub>2</sub> , Ce <sub>2</sub> Pb		Pr <sub>2</sub> Pb, FrPb <sub>2</sub>		PuPb <sub>2</sub>		PbSe(1088°C)		GdPb <sub>2</sub>		UPb <sub>2</sub> , UPb		ThPb <sub>2</sub> , ThPb		SmPb <sub>2</sub>			

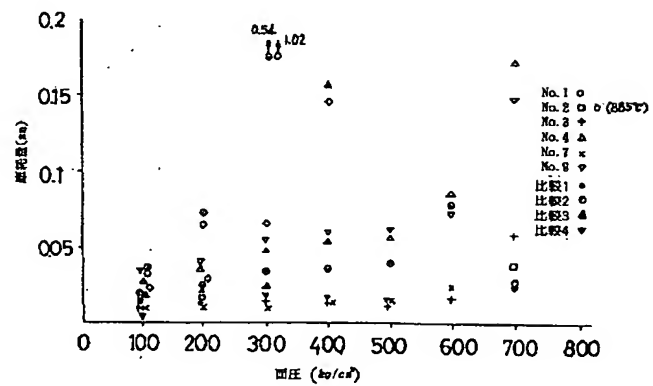
【図 3】

摺動テストに供した試験片形状を示す断面図



【図 5】

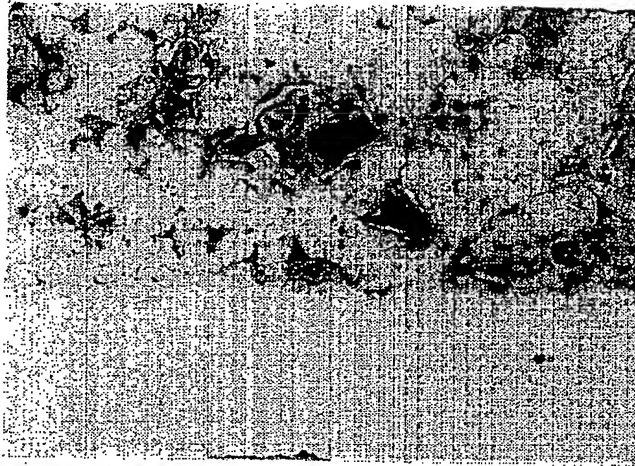
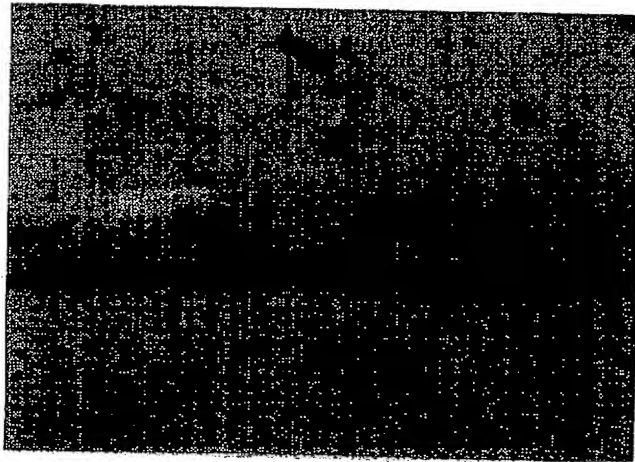
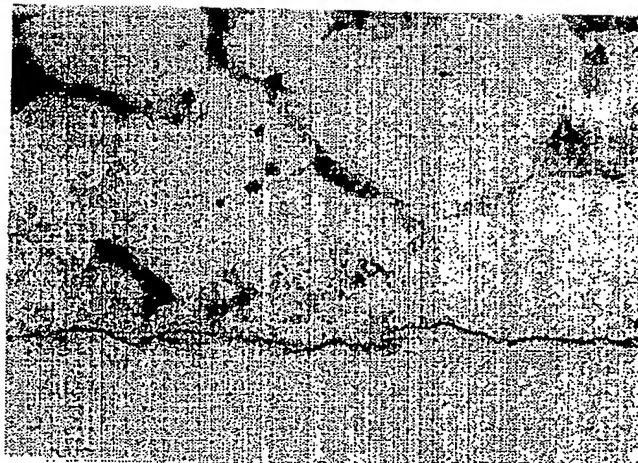
各ブッシュの摺動テスト結果を示す図



【図 2】

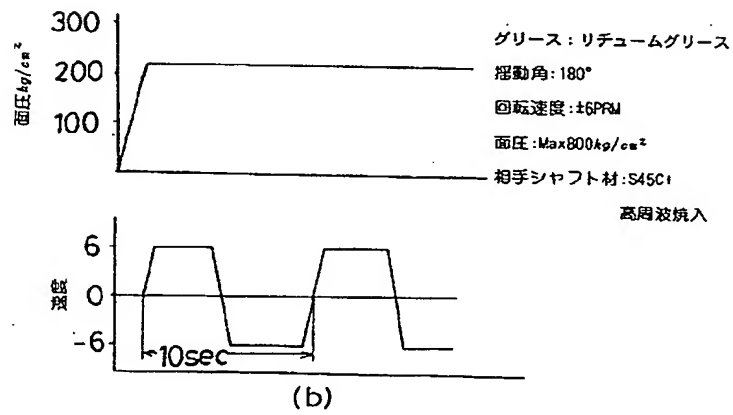
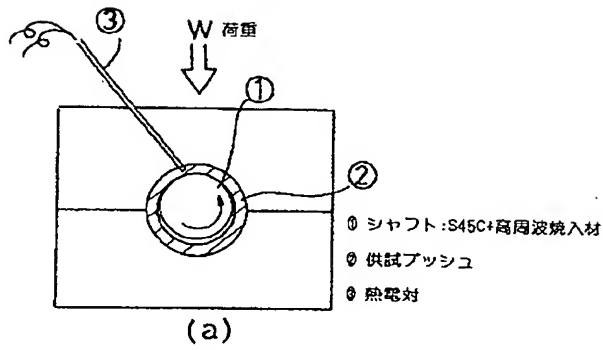
図面代用写真

裏金との接合界面近傍の金属組織を示す顕微鏡写真

(a) No.2  
(X 4 0 0)(b) No.2  
(X 4 0 0)(c) No.9  
(X 4 0 0)

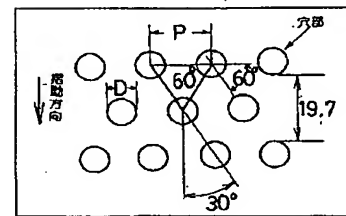
【図 4】

試験装置の概念図(a)と試験条件(b)



【図 10】

穴あけ加工を施した揺動部材例を示す図

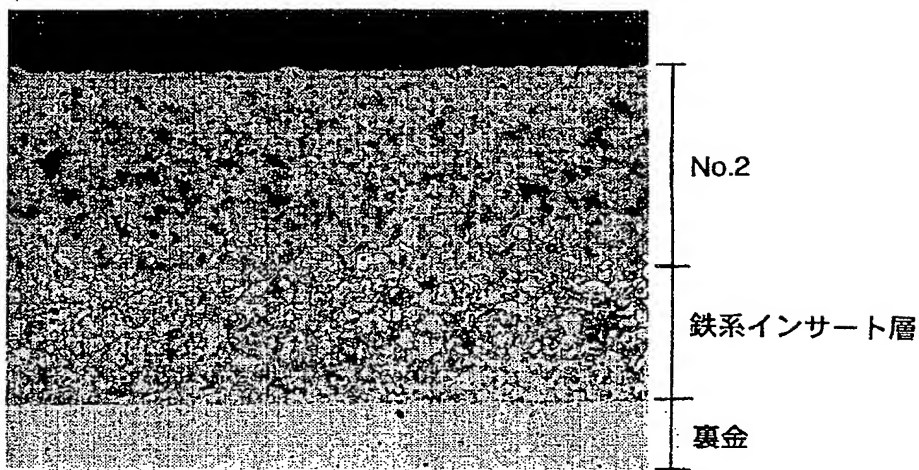


D : 8.0mm P : 16mm  
 揺動角: 180°  
 回転速度: ±6PRM  
 面圧: Max800kg/cm²  
 相手シャフト材: S45C+  
 高周波焼入

【図6】

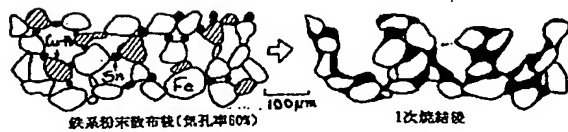
図面代用写真

No.22鉄系統焼結インサート層を介した  
複層焼結摺動部材の金属組織を示す顕微鏡写真



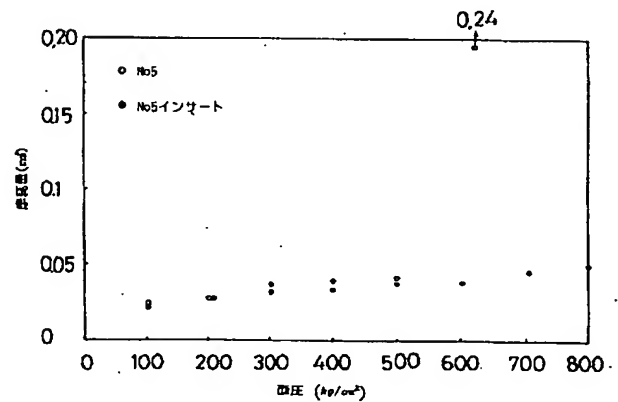
【図7】

焼結接合したインサート層表面の粗化の様子を  
模式的に示す図



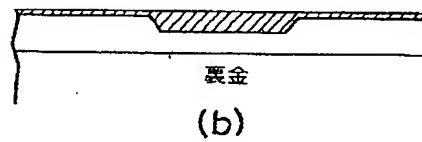
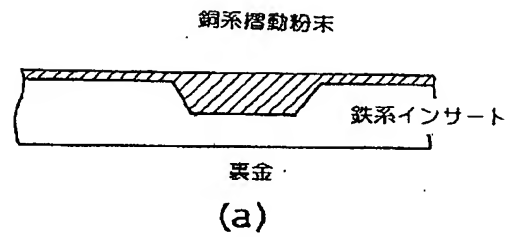
【図9】

鉄系インサート部材を用いた複層焼結摺動部材の摺動テスト  
結果を示す図



【図 8】

インサート層を利用した複層焼結摺動部材の製造工程説明図



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 6		識別記号		F I		
C 2 2 C	33/02	3 0 4		C 2 2 C	33/02	B
	38/00				38/00	3 0 4
	38/60				38/60	
F 1 6 C	33/10			F 1 6 C	33/10	A
	33/12				33/12	A
	33/14				33/14	A



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**